



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

①⑦ EP 0 547 938 B1

①⑩ DE 692 15 340 T 2

⑤① Int. Cl.⁶:
B 23 P 19/00
B 23 Q 17/12

| | |
|--|--------------|
| ②① Deutsches Aktenzeichen: | 692 15 340.3 |
| ⑥⑥ Europäisches Aktenzeichen: | 92 403 279.0 |
| ⑥⑥ Europäischer Anmeldetag: | 4. 12. 92 |
| ⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: | 23. 6. 93 |
| ⑧⑦ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: | 20. 11. 96 |
| ④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: | 17. 4. 97 |

DE 692 15 340 T 2

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
18.12.91 US 808895

⑦③ Patentinhaber:
Universal Instruments Corp. (n.d.Ges.des Staates
Delaware), Binghamton, N.Y., US

⑦④ Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, NL

⑦② Erfinder:
York, James E., Endicott, New York 13760, US

⑤④ Elektronisches Dämpfungssystem

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 692 15 340 T 2

Die vorliegende Erfindung richtet sich auf ein System zur elektronischen Dämpfung von mechanischen Schwingungen und insbesondere auf die Dämpfung von mechanischen Schwingungen, die durch schrittweise Beschleunigungs- und Verzögerungsbewegungskräfte eines Portalträger-Positionierungssystems hervorgerufen werden.

Es ist bekannt, eine Vorrichtung zum Zusammenbau gedruckter Schaltungen mit zumindest einem bewegbaren Wagen, d.h. einem Portalträger zu verwenden, der mittels Lagerungen auf Führungsschienen zur Bewegung in einer Richtung über einer gedruckten Leiterplatte gehalten ist, wobei zumindest eine Vorrichtung zum Erfassen von Bauteilen auf dem bewegbaren Wagen zur Bewegung entlang des Wagens in einer anderen Richtung angebracht ist. Diese Vorrichtung ermöglicht die X-Y-Positionierung von elektronischen Bauteilen, die in der Greifvorrichtung gehalten sind, relativ zu einer gedruckten Leiterplatte. Eine derartige Anordnung ist beispielsweise im US-Patent 5,002,448 beschrieben.

Der Portalträger wird von einem Servokontrollsystem angetrieben. Um die Effizienz bei der Herstellung zu optimieren, wenn Bauteile auf gedruckten Leiterplatten montiert werden, ist es zweckmäßig, die Bauteile so schnell wie möglich relativ zu der Leiterplatte zu positionieren. Derartige Vorgänge mit hoher Geschwindigkeit erzeugen allerdings unerwünschte Schwingungen, Vibrationen, Resonanzen und ähnliches in dem Portalträger.

Ein spezielles Problem wird durch die Tatsache hervorgerufen, daß die natürlichen Resonanzfrequenzen des Portalträgers sich verändern, wenn sich die Belastung des Portalträgers ver-

ändert, nämlich wenn die von dem bewegbaren Wagen gehaltene Greifvorrichtung über den Träger läuft. Herkömmliche Systeme zum Kompensieren von Resonanzen wie beispielsweise ein elektronisches Kerbfilter wären daher in einem Portalträger-Positionierungssystem sehr schwierig einzusetzen, da sich die Kerbfrequenzeinstellung mit der Position der Last auf dem Träger verändern müßte.

Dieses Problem wird durch ein Portalträger-Positionierungssystem mit einem bewegbaren Portalträger, einem bewegbaren, darauf gehaltenen Wagen und einem elektronischen Dämpfungssystem zum Dämpfen mechanischer Schwingungen des Portalträgers nach Anspruch 1 gelöst, sowie durch ein Verfahren zum elektronischen Dämpfen mechanischer Schwingungen eines Portalträger-Positionierungssystems mit einem bewegbaren Portalträger und einem bewegbaren, darauf gehaltenen Wagen nach Anspruch 10.

Die vorliegende Erfindung löst die obengenannten Schwierigkeiten mit einer sekundären Geschwindigkeitrückführungsschleife für die Geschwindigkeitsschleife des Hauptservomotor-Tachometers, in der die Resonanzgeschwindigkeit des Trägers vorzugsweise anhand der Geschwindigkeit des Endabschnitts des Trägers erfaßt wird. Das Resonanzgeschwindigkeits-Rückführsignal wird als negative Rückführung mit dem Geschwindigkeitssteuersignal von der Positionssteuerung aufsummiert. Die resultierende Summe der Signale bildet kombiniert das Geschwindigkeitsreferenzeingangsteuersignal für einen Servoleistungsverstärker. Diese Geschwindigkeitsrückführungsschleife ist vorzugsweise zusätzlich zur Geschwindigkeitsschleife des Hauptservomotor-Tachometers in dem Servoleistungsverstärker vorhanden.

Weitere Aspekte der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbei-

spiels unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen weiter erläutert, wobei

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm einer bevorzugten Ausführungsform des Systems nach der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2 ein schematisches Regelkreisdiagramm nach der Ausführungsform der Erfindung nach Fig. 1 zeigt;

Fig. 3A eine graphische Darstellung eines Experiments zeigt, das die Ausregelzeit einer mechanischen Dämpfung ohne elektronische Dämpfung nach der vorliegenden Erfindung darstellt; und

Fig. 3B eine graphische Darstellung eines Experiments zeigt, das die verminderte Ausregelzeit einer mechanischen Dämpfung mit elektronischer Dämpfung nach der vorliegenden Erfindung darstellt.

Fig. 1 zeigt ein elektronisches Dämpfungssystem für einen Portalträger gemäß der vorliegenden Erfindung. In allen Figuren sind zur Darstellung gleicher Elemente gleiche Bezugszeichen verwendet.

Das System weist einen Portalträger 16 auf, der zur gesteuerten Bewegung in der Y-Richtung zwischen linearen Lagergestellen 10 und 50 über einer gedruckten Leiterplatte 20 abgestützt ist. Eine Kugel- oder Vorschubschraube 12 und eine an das Gestell 10 gekoppelte, lineare Teilung bzw. Maßstab 14 wirken als mechanischer Wandler zum Umwandeln einer Dreh- in eine lineare Geschwindigkeit zum Steuern der Bewegung des Portalträgers in der Y-Richtung. Zumindest eine Vorrichtung zum Einsetzen von Bauteilen oder Greifvorrichtung 17 ist zur gesteuerten Bewegung in der X-Richtung entlang der Länge des Portalträgers 16 mittels des Wagens 13 gehalten.

Ein Drehgeschwindigkeitsaufnehmer 18 ist am Endabschnitt des Portalträgers 16 angeordnet. Ein Trägerresonanzgeschwindigkeits-Rückführungssignal 22 wird von dem Drehgeschwindigkeitsaufnehmer 18 zu einem einstellbaren Verknüpfungsmittel oder Verstärker 29 abgegeben. Das einstellbare Verknüpfungsmittel 29 kann durch einen Dämpfungsvorverstärker 24 zusammen mit einem Summierungsknoten 31 gebildet werden.

Ein Positionsrückführungssignal 26 wird von der linearen Teilung 14 an die Positionssteuerung 28 abgegeben, und ein Geschwindigkeitssteuersignal 30 wird von der Positionssteuerung an das Verknüpfungsmittel 29 abgegeben. Das Geschwindigkeitsrückführungssignal 22 wird als negative Rückführung mit dem Geschwindigkeitssteuersignal 30 aufsummiert, und die resultierende Summe der Signale bildet das Geschwindigkeitsreferenz-Eingangssteuersignal 32, das in den Servoleistungsverstärker 34 eingespeist wird. Dies bildet die sekundäre Schleife, die zusätzlich zur Geschwindigkeitsschleife des Hauptservomotor-Tachometers vorhanden ist. Der Servoleistungsverstärker 34 treibt den Servomotor 42 an, der seinerseits die Kugelschraube 12 in einer Weise, die im einzelnen nachfolgend beschrieben wird, antreibt, um die Schwingungen des Trägers zu dämpfen.

Wie das Regelkreisdigramm nach Fig. 2 zeigt, beinhaltet der Servoleistungsverstärker 34 einen Summierungsknoten 44, der das Tachometerrückführungssignal 40 vom Tachometer 38 erhält, der mit dem Servomotor 42 verbunden ist. Das Tachometerrückführungssignal 40 und das Geschwindigkeitsreferenz-Eingangssteuersignal 32 werden am Summierknoten 44 aufsummiert, und das resultierende Signal wird in den Geschwindigkeitsschleifenfehlerverstärker 46 eingespeist. Das Ausgangssignal von dem Geschwindigkeitsschleifenfehlerverstärker 46 und das Stromrückführsignal 32 werden am Summierungsknoten 48 aufsummiert und an den Stromschleifenfehlerverstärker 50 abgegeben. Das resultierende Antriebssignal 36 wird an den Servomotor 42 ge-

geben. Die Größe der Verstärkung der sekundären Schleife wird am Dämpfungsvorverstärker 24 entsprechend den Erfordernissen nach einer optimalen Ausregelzeit eingestellt.

Fig. 3A und 3B zeigen die verminderte Ausregelzeit, die unter Verwendung der elektronischen Dämpfung des Portalträgers gemäß der vorliegenden Erfindung erhalten wird. Die Versuche wurden für eine Verlagerung längs der Y-Achse mit 0,9 g Beschleunigung bzw. Verzögerung und einer ausgewählten Wagenposition durchgeführt. Für Zwecke des Experiments wurde die Y-Achse bei $\pm 0,001$ Inch (1 Inch = 25,4 mm) um die angesteuerte Bestimmungsposition herum als "ausgeregelt" betrachtet. Die Ausregelungszeitdaten wurden aufgenommen, nachdem die Positionssteuerung das Signal "Referenzbahn vollständig" gegeben hatte. Ohne elektronische Dämpfung, wie in Fig. 3A dargestellt, betrug die mechanische Ausregelzeit 360 ms, gemessen mit einem ähnlichen linearen Maßstab 14, der am Ende des Portalträgers 16 gegenüber der Vorschubschraube 12 angebracht war. Nachdem die elektronische Dämpfung gemäß der vorliegenden Erfindung eingeschaltet war, betrug die mechanische Ausregelzeit 65 ms.

Die vorstehende Beschreibung dient lediglich beispielhaften Erläuterungszwecken. Änderungen können in Übereinstimmung mit der Erfindung vorgenommen werden, wie sie in den beigefügten Ansprüchen festgelegt ist. Beispielsweise ist die Erfindung keineswegs zur Verwendung mit Vorrichtungen zum Montieren von elektronischen Bauelementen auf Leiterplatten beschränkt, sondern kann überall dort eingesetzt werden, wo unerwünschte Schwingungen auftreten.

Es ist beispielsweise möglich, daß das System eine Rückführungseinrichtung für den linearen Maßstab beinhaltet, die am Ende des Trägers angebracht ist. Eine Positionssteuerung kann die Resonanzgeschwindigkeit des Portalträgerendes aus der Positionsveränderung in der Zeit digital ermitteln und die Funk-

tion des Vorverstärkers 24 und des Summierknotens 31 softwaremäßig realisieren. Das resultierende Signal, d.h. das Geschwindigkeitsreferenz-Steuersignal 32, wird dann wie oben erläutert an den Servoleistungsverstärker 34 abgegeben.

Ansprüche

1. Portalträger-Positionierungssystem mit einem bewegbaren Portalträger, einem bewegbaren, darauf gehaltenen Wagen und einem elektronischen Dämpfungssystem zum Dämpfen mechanischer Schwingungen des Portalträgers, gekennzeichnet durch:

ein Geschwindigkeitserfassungsmittel (18) zum Erfassen der Resonanzgeschwindigkeit des Portalträgers (16) und zum Ausgeben eines Geschwindigkeitsrückführsignals (22);

ein Positionserfassungsmittel (14) zum Erfassen der Position des Portalträgers (16) und zum Ausgeben eines Positionsrückführsignals (26);

ein Mittel (29) zum einstellbaren Verknüpfen des von dem Geschwindigkeitserfassungsmittel erhaltenen Resonanzgeschwindigkeit-Rückführsignals und des von dem Positionserfassungsmittel (14) erhaltenen Positionsrückführsignals, wobei das resultierende Signal ein Geschwindigkeitsreferenz-Eingabesteuersignal (32) bildet, das einem Servoleistungsverstärker (34) zugefügt wird.

2. Portalträger-Positionierungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Vorrichtung (17) zum Erfassen oder zum Einsetzen von Bauteilen aufweist, die auf dem bewegbaren Wagen (13) gehalten ist.

3. Portalträger-Positionierungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Resonanzgeschwindigkeits-Erfassungsmittel ein Tachometer (18) ist.

4. Portalträger-Positionierungssystem nach einem der vorange-

henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Positionserfassungsmittel eine lineare Skala (14) ist.

5. Portalträger-Positionierungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Portalträger (16) durch Bewegungskräfte beschleunigt und verzögert wird, die durch eine Kugel- oder Vorschubschraube (12) eingeleitet werden, die von einem Servomotor (42) angetrieben wird, welcher von dem Servoleistungsverstärker (34) gesteuert wird.

6. Portalträger-Positionierungssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel (29) zum einstellbaren Verknüpfen einen Dämpfungsvorverstärker (24) und einen ersten Summierknoten (31) umfaßt, und daß eine optimale Ausregelzeit für Resonanzschwingungen durch Einstellen des Verstärkungsfaktors des Dämpfungsvorverstärkers (24) ausgewählt wird.

7. Portalträger-Positionierungssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Tachometerrückführsignal von einem Tachometer (38), der mit dem Servomotor (42) gekoppelt ist, und das besagte Resonanzgeschwindigkeitsreferenz-Eingabesteuersignal (32) an einem zweiten Summierknoten (44) summiert werden, das resultierende Signal in einen Geschwindigkeitsschleifenfehlerverstärker (46) eingespeist wird und das von dem Geschwindigkeitsschleifenfehlerverstärker (46) abgegebene Signal sowie ein Stromrückführsignal (52) an einem dritten Summierknoten (48) summiert und an einen Stromschleifenfehlerverstärker (50) abgegeben werden.

8. Portalträger-Positionierungssystem nach Anspruch 1, weiter umfassend ein Antriebsmittel, das mit dem Servoleistungsverstärker (34) zum Antreiben des Portalträgers (16) gekoppelt ist, wobei das Antriebsmittel an einem Ende des Portalträgers (16) gegenüber dem Resonanzgeschwindigkeitserfassungsmittel (18) angeordnet ist.

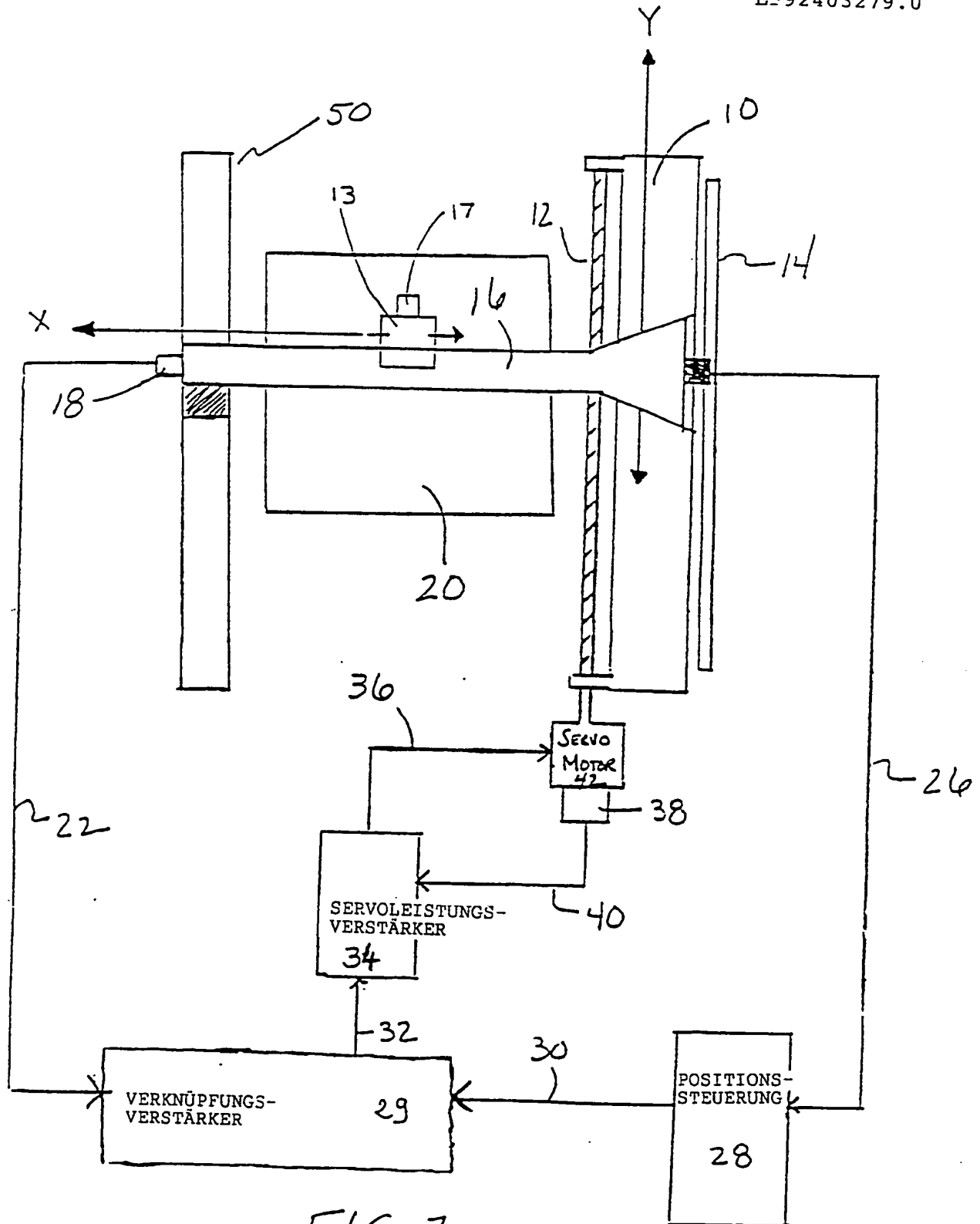
9. Portalträger-Positionierungssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Positionserfassungsmittel (12) am gleichen Ende des Portalträgers (16) wie das Antriebsmittel angeordnet ist.

10. Verfahren zum elektronischen Dämpfen mechanischer Schwingungen eines Portalträger-Positionierungssystems mit einem bewegbaren Portalträger und einem bewegbaren, darauf gehaltenen Wagen, wobei das Verfahren folgende Schritte umfaßt:

Erfassen der Resonanzgeschwindigkeit des Portalträgers (16) und Abgeben eines Geschwindigkeitsrückführsignals (22);

Erfassen der Position des Portalträgers (16) und Abgeben eines Positionsrückführsignals (26);

einstellbares Verknüpfen des aus dem Geschwindigkeitserfassungsschritt erhaltenen Resonanzgeschwindigkeits-Rückführsignals und des aus dem Positionserfassungsschritt erhaltenen Positionsrückführsignals, wobei die resultierenden Signale ein Geschwindigkeitsreferenz-Eingabesteuersignal (32) bilden, welches einem Servoleistungsverstärker (34) zugeführt wird.



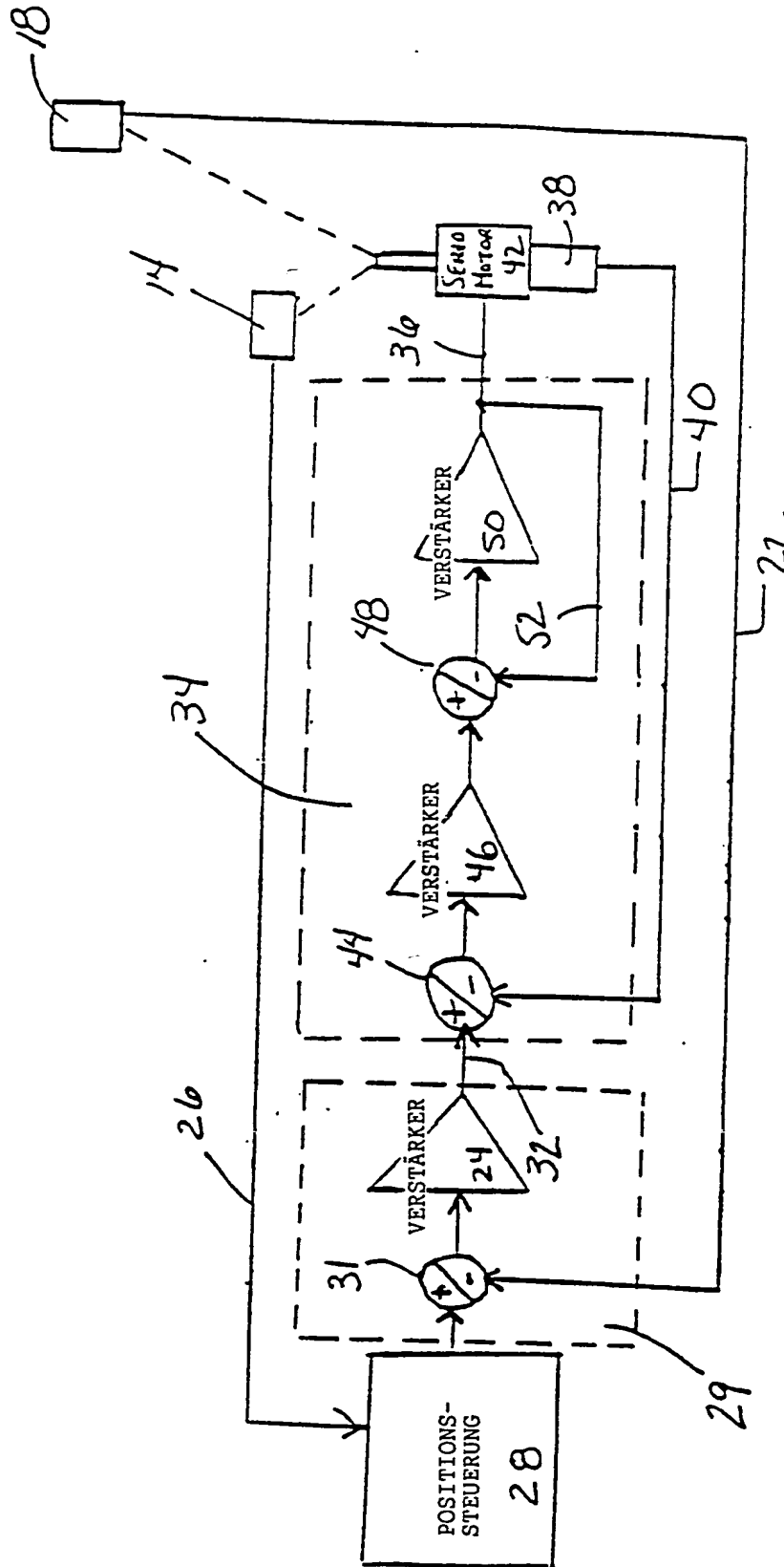


FIG. 2

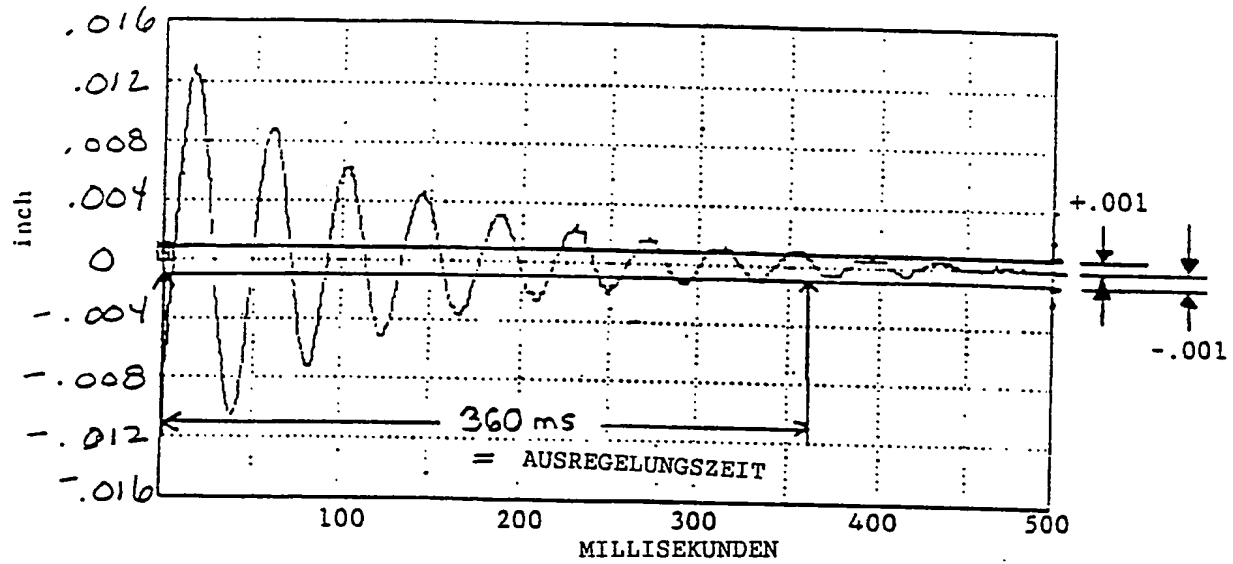


FIG. 3A

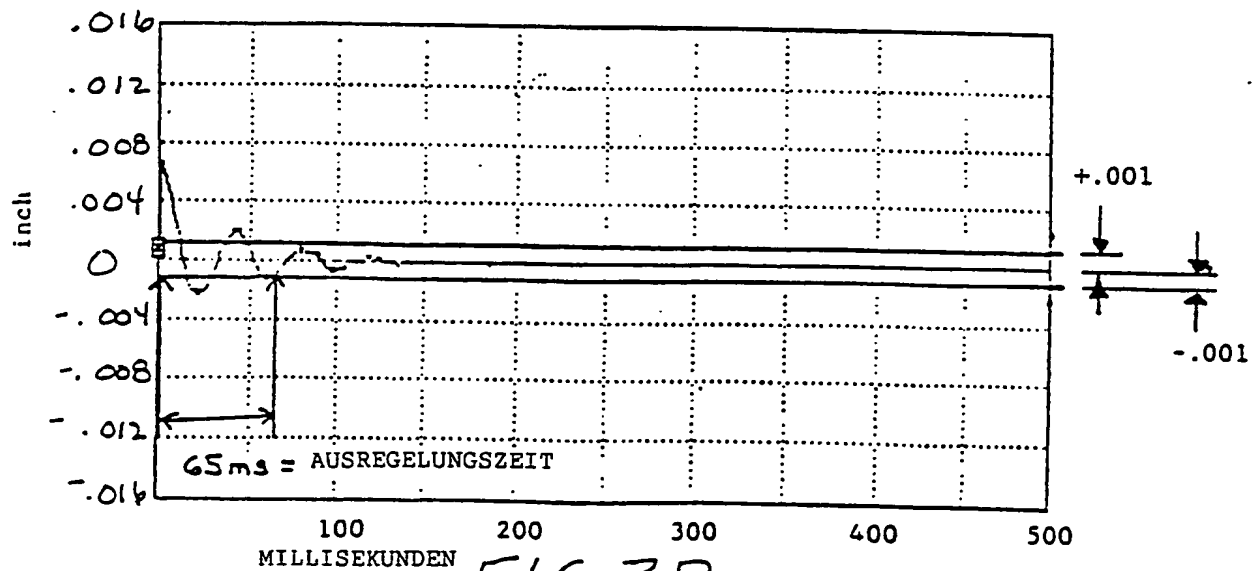


FIG. 3B